



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Tsuyoshi YAMADA et al.

Application No.: 10/796,018

Filed: March 10, 2004

Docket No.: 119051

For: LASER APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

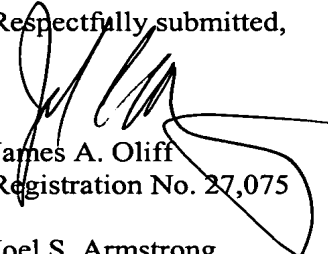
Japanese Patent Application No. 2003-069191 filed on March 14, 2003

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,


James A. Oliff
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

JAO:JSA/mlo

Date: May 21, 2004

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**
Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月14日
Date of Application:

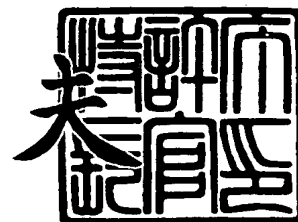
出願番号 特願2003-069191
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-069191]

出願人 株式会社ニデック
Applicant(s):

2004年 1月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 P80303272

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株式会社ニデック拾石工場内

【氏名】 高田 康利

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株式会社ニデック拾石工場内

【氏名】 山田 毅

【特許出願人】

【識別番号】 000135184

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市栄町 7 番 9 号

【氏名又は名称】 株式会社ニデック

【代表者】 小澤 秀雄

【電話番号】 0533-67-6611

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056535

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のピーク波長を放出可能な固体レーザ媒質を持ち、該固体レーザ媒質より放出される少なくとも 2 つのピーク波長をそれぞれ波長変換して異なる波長のレーザ光を出力する共振光学系を備え、波長変換される前記複数のピーク波長に対応して一様な位相差特性を有する広帯域の $1/4$ 波長板を前記共振光学系に設けたことを特徴とするレーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 の共振光学系は、前記固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長を共振させると共に、その第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として出力するための第 1 波長変換素子を持つ第 1 共振光学系と、該前第 1 共振光学系の固体レーザ媒質を含む一部の光路を共用して固体レーザ媒質より放出される前記第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長を共振させると共に、その第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として出力するための第 2 波長変換素子を持つ第 2 共振光学系と、前記第 1 共振光学系に対して第 2 共振光学系の専用光学系を切替える手段とを備え、前記 $1/4$ 波長板を前記第 1 及び第 2 共振光学系の共用光路に設けたことを特徴とするレーザ装置。

【請求項 3】 請求項 1 の $1/4$ 波長板は、水晶板とフッ化マグネシウム板の組合せで構成されていることを特徴とするレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の波長のレーザ光を発振可能なレーザ装置に関する。

【0002】

【従来技術】

複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置としては、レーザ光の波長が可変なアルゴン・ダイレーザやマルチウェイブレングスのクリプトンレーザなどが知られている。また、その他、固体レーザによるレーザ装置で複数の異なる波長のレーザ光を出射する方法として、ミラー等の光学部材を共振光路内に挿

脱させることによって共振光路を切り替え、切り替えられた光路に配置された波長変換素子により異なる波長のレーザ光に変換して、波長選択を行う方法が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

また、固体レーザによるレーザ装置では、レーザ結晶自身の発熱から起こる熱複屈折効果が起きてしまう。熱複屈折効果により、共振器内で損失が発生し、出力が低下するため、共振器内の固体レーザ媒質と反射ミラーの間に1/4波長板を配置し、熱複屈折効果の低減を図る方法がある（例えば、特許文献2参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開 2002-151774号公報

【0005】

【特許文献2】

特開 2001-257398号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、複数の異なる波長のレーザ光を出力するレーザ装置を構成しようとした場合、各波長に対応した専用の1/4波長板を用意すると共に、これらの波長板を使用波長毎に精度良く入れ替える機構が必要であった。

【0007】

本発明は、上記問題点を鑑み、簡単な構成で熱複屈折効果を低減し、複数の異なる波長のレーザ光の出力を安定させ、効率良く出射できるレーザ装置を提供することを技術課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0009】

(1) 複数のピーク波長を放出可能な固体レーザ媒質を持ち、該固体レーザ媒質より放出される少なくとも 2 つのピーク波長をそれぞれ波長変換して異なる波長のレーザ光を出力する共振光学系を備え、波長変換される前記複数のピーク波長に対応して一様な位相差特性を有する広帯域の $1/4$ 波長板を前記共振光学系に設けたことを特徴とする。

【0010】

(2) (1) の共振光学系は、前記固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長を共振させると共に、その第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として出力するための第 1 波長変換素子を持つ第 1 共振光学系と、該前第 1 共振光学系の固体レーザ媒質を含む一部の光路を共用して固体レーザ媒質より放出される前記第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長を共振させると共に、その第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として出力するための第 2 波長変換素子を持つ第 2 共振光学系と、前記第 1 共振光学系に対して第 2 共振光学系の専用光学系を切替える手段とを備え、前記 $1/4$ 波長板を前記第 1 及び第 2 共振光学系の共用光路に設けたことを特徴とする。

【0011】

(3) (1) の $1/4$ 波長板は、水晶板とフッ化マグネシウム板の組合せで構成されていることを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。以下、3 波長のレーザ光を選択的に発振する装置について説明する。図 1 はスリットランプを使用する眼科用レーザ光凝固装置の外観図である。図 2 は装置の光学系及び制御系概略図である。

【0013】

1 はレーザ装置本体であり、後述するレーザ発振器 10、レーザ光を患者眼の患部に導光して照射するための導光光学系の一部、制御部 20 等が収納されている。2 は装置のコントロール部であり、レーザ光の波長を選択する波長選択スイッチ 2a やレーザ照射条件を設定入力するための各種スイッチが設けられている

。3はレーザ照射のトリガ信号を発信するためのフットスイッチである。

【0014】

4はスリットランプであり、患者眼を観察するための観察光学系と導光光学系の一部とが備えられている。5は本体1からのレーザ光をスリットランプ4に導光するためのファイバである。6はスリットランプ4を上下動するための架台である。

【0015】

図2において、10はレーザ発振器であり、内部にはレーザ発振源としての固体レーザ媒質であるNd:YAG結晶（以下、単にロッドともいう）11、励起光源である半導体レーザ（以下、単にLD（Laser Diode）ともいう）12、波長変換器である非線形結晶（以下、単にNLC（NonLinear Crystal）ともいう）13a、13b、13c、広帯域1/4波長板16、全反射ミラー（以下、単にHR（High Reflector）ともいう）14a～14f、出力ミラー15が備えられている。

【0016】

Nd:YAG結晶は励起光源からの励起光により、近赤外域の複数の発振線（ピーク波長）を持つ光を放出する。そこで、本実施形態の装置では、複数の発振線の中で出力が高い、約1064nm、約1123nm、約1319nmの3つの発振線における第二高調波を、非線形結晶を利用して発生させることにより、約532nm（緑）、約561nm（黄）及び約659nm（赤）の3色のレーザ光を出射させる。なお、非線形結晶としては、KTP結晶、LBO結晶、BBO結晶等が使用可能であり、本実施形態では約532nm（緑）に対してKTP結晶、約561nm（黄）及び約659nm（赤）に対してLBO結晶を使用している。

【0017】

ロッド11が配置される光軸L1の光路の一端にはHR14aが設けられ、他端には出力ミラー15が所定角度だけ傾けて設けられている。HR14aは1064nm、1123nm及び1319nmの波長に対して全反射の特性を持つものであるが、これに限るものではなく、1064nm、1123nm及び131

9 nmの波長を含んだ赤外域の波長を広く反射するような特性を持つものであってもかまわない。出力ミラー15は1064 nm、1123 nm及び1319 nmの波長を全反射するとともに、532 nm、561 nm及び659 nmを透過する特性を持つ。出力ミラー15の反射方向の光軸L2上には、NLC13aとHR14bが固定されて設けられている。NLC13aは1319 nmの波長に対して、その第二高調波である659 nmの波長を発生させるように配置されている。HR14bは1319 nm及び659 nmに対して全反射の特性を持つ。

【0018】

このような光学配置により、ロッド11を挟んで光軸L1のHR14aと光軸L2上のHR14bが対向する一对の共振器構造を持つ第1の共振光学系が構成され、NLC13aによって発生される第二高調波(659 nm)をロッド11にて阻害されることなく、出力ミラー15より出射することが可能である。なお、光軸L1と光軸L2とがなす角度(反射角度)は収差の影響を考慮するとできるだけ狭い方が好ましい。

【0019】

また、光軸L2上の出力ミラー15とNLC13aとの間には、平面ミラーであるHR14c、14eが挿脱可能に配置される。HR14cは1064 nm及び532 nmに対して全反射の特性を持つ。HR14eは1123 nm及び561 nmに対して全反射の特性を持つ。

【0020】

HR14cの反射方向の光軸L3上には、NLC13bとHR14dが固定的に設けられている。NLC13bは1064 nmの波長に対して、その第二高調波である532 nmの波長を発生させるように配置されている。HR14dはHR14cと同じく1064 nm及び532 nmに対して全反射の特性を持つ。

【0021】

HR14eの反射方向の光軸L4上には、NLC13c、波長選択素子60、HR14fが固定的に設けられている。NLC13cは1123 nmの波長に対して、その第二高調波である561 nmの波長を発生させるように配置されている。HR14fはHR14eと同じく1123 nm及び561 nmに対して全反

射の特性を持つ。

【0022】

このような光学配置により、HR14cが光軸L2上に挿入された時には、第1の共振光学系のHR14a、ロッド11、出力ミラー15を共用し、HR14aとHR14dとがロッド11を挟んで一对の共振器となる第2の共振光学系が構成される。また、HR14eが光軸L2上に挿入された時には、第1の共振光学系のHR14a、ロッド11、出力ミラー15を共用し、HR14aとHR14fとがロッド11を挟んで一对の共振器となり、第3の共振光学系が形成される。

【0023】

HR14c、HR14eの光軸L2上への挿脱は、挿脱装置30によって行われる。図3は挿脱装置30の構成を示した概略図である。

【0024】

31は駆動手段であり、本実施例ではステッピングモータを使用する。また、駆動手段31はステッピングモータに限らず、回転角度の制御ができるような物であればよい。駆動手段31には接合部材33を介して軸部32が接合されており、駆動手段31の駆動により軸部32が回転するようになっている。ミラーホルダ34とミラーホルダ35とは軸部32の回転軸に対して異なる軸角度にて、軸部32上の異なる位置に各々取り付けられている。さらにHR14c、HR14eは、その反射面の平面が軸部32の回転軸に対して直角となるようにミラーホルダ34、35に取り付けられている。このような構成を備える挿脱手段30によって、HR14c、HR14eは回転動作にてその平面方向に移動され、光軸L2上に挿脱されることとなる。

【0025】

また、このような回転動作により、HR14cが図3に示す実線の位置にあるときは第2の共振光学系を形成し、図3に示す点線の位置にあるときは（すなわち、HR14eが光軸L2に位置するときは）第3の共振光学系を形成することとなる。

【0026】

また、広帯域 1/4 波長板 16 は、熱複屈折効果の低減を図るために、光軸 L1 上のロッド 11 と HR14a の間の共振光路に配置されている。広帯域 1/4 波長板 16 はロッド 11 から出射される複数の発振線（ピーク波長：約 1064 nm、約 1123 nm、約 1319 nm）を含む広い波長範囲のレーザ光を偏光させる広帯域の 1/4 波長板である。

【0027】

ここで、熱複屈折効果低減の必要性について述べる。共振光路内に偏光を制限する素子を入れずに基本波をランダム偏光とした場合、レーザ光がロッド 11 で励起される際に、熱複屈折効果により偏光比（P/S）の変動が起こることが知られている。この変動は、NLC13a、13b、13c による波長変換効率に直接影響されるため、第二高調波出力の不安定性の大きな要因となる。広帯域 1/4 波長板 16 は、第二高調波出力の不安定性の要因を解消するために、共振光路内に配置されている。

【0028】

広帯域 1/4 波長板 16 は、水晶板とフッ化マグネシウム板の組合せで構成されており、広い波長域でフラットな位相差特性を持つ波長板である。ここでは波長変換される 3 波長（約 1064 nm、約 1123 nm、約 1319 nm）に対応して一様（許容される幅を含む）な位相差特性を有するものを使用している。両者（水晶板とフッ化マグネシウム板）の接着には、耐久性向上のため、光学コンタクトを使用する。広帯域 1/4 波長板 1 の両面（光軸 L1 が通る面）には、3 波長（約 1064 nm、約 1123 nm、約 1319 nm）に対して透過性を高めるように AR（Anti Reflective）コーティングがされている。

【0029】

広帯域 1/4 波長板 16 は、ロッド 11 と HR14a の間の共振光路上に配置されればよいが、耐久性を考慮すると、最もビーム径が大きい、つまり、最もパワー密度の小さい位置であるロッド 11 の近くに配置されることが望ましい。

【0030】

なお、上記における第 1、第 2 及び第 3 の共振光学系の切替えは、光軸 L2 の光路における第 1 共振光学系の NLC13a と HR14b の専用光学系に対して

、第2共振光学系が持つNLC13bとHR14dの専用光学系、第3共振光学系が持つNLC13cとHR14f（波長選択素子60を含む）の専用光学系に、回転駆動やスライド移動により選択的に切替える構成としても良い。

【0031】

以上のような構成を備えるレーザ光凝固装置において3色のレーザ光（約532nm（緑）、約561nm（黄）及び約659nm（赤））を選択的に発振、出射させる動作を説明する。

【0032】

<659nmのレーザ光の出射方法>

術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を赤色（659nm）とする。赤色の選択時には、HR14c、HR14eは光軸L2の外に置かれる。レーザ光の出射制御はフットスイッチ3を使用して、制御部20に出射のトリガ信号を与えることによって行われる。

【0033】

トリガ信号を受けると制御部20は、LD12に電流を印可し、LD12によってロッド11を励起する。なお、ロッド11であるNd:YAG結晶の両端面には、1064nm、1123nm、1319nmに対して透過性を高めるようにAR（Anti Reflective）コーティングが施されている。

【0034】

ロッド11が励起されると、HR14aとHR14bとの間では1319nmの光が共振され、さらに光軸L2上に配置されたNLC13aによって第2高調波である659nmの光に波長変換される。得られた659nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0035】

<532nmのレーザ光の出射方法>

術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を緑色（532nm）とする。制御部20は挿脱装置30を駆動させ、HR14cを光軸L2上に位置させる（図3の実線位置）。また、制御部20はフットスイ

ッチ 3 からのトリガ信号によって LD 1 2 に電流を印可させ、ロッド 1 1 を励起させる。

【0036】

ロッド 1 1 が励起されると、HR 1 4 a と HR 1 4 d との間では 1 0 6 4 nm の光が共振され、さらに光軸 L 3 上に配置された NLC 1 3 b によって第 2 高調波である 5 3 2 nm の光に波長変換される。得られた 5 3 2 nm のレーザー光は、出力ミラー 1 5 を透過し、ファイバ 5 へ導光される。そして、スリットランプ 4 の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0037】

< 5 6 1 nm のレーザー光の出射方法 >

術者は波長選択スイッチ 2 a により、手術に使用するレーザー光の色（波長）を黄色（5 6 1 nm）とする。制御部 2 0 は挿脱装置 3 0 を駆動させ、HR 1 4 e を光軸 L 2 上に位置させる（図 3 の破線位置）。また、制御部 2 0 はフットスイッチ 3 からのトリガ信号によって LD 1 2 に電流を印可させ、ロッド 1 1 を励起させる。

【0038】

ロッド 1 1 が励起されると、HR 1 4 a と HR 1 4 f との間では、波長選択素子 6 0 を通ることにより 1 1 2 3 nm の光が共振され、さらに光軸 L 4 上に配置された NLC 1 3 c によって第 2 高調波である 5 6 1 nm の光に波長変換される。得られた 5 6 1 nm のレーザー光は、出力ミラー 1 5 を透過し、ファイバ 5 へ導光される。そして、スリットランプ 4 の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0039】

以上の 3 色のレーザー光（約 5 3 2 nm、約 5 6 1 nm、約 6 5 9 nm）をそれぞれ出射させる場合において、広帯域 1 / 4 波長板 1 6 がロッド 1 1 と HR 1 4 a の間に配置されているため、ロッド 1 1 から放出される 3 波長（約 1 0 6 4 nm、約 1 1 2 3 nm、約 1 3 1 9 nm）のレーザー光が広帯域 1 / 4 波長板 1 6 を通過し、HR 1 4 a で反射し、再度広帯域 1 / 4 波長板 1 6 を通過することで、偏光方向が 9 0 度回転されロッド 1 1 に戻る。偏光方向が 9 0 度回転されロッド 1 1 に戻るにより、熱複屈折効果の補償がなされる。熱複屈折効果による偏

光比 (P/S) の変動が小さくなるため、NLC13a、13b、13cによる第二高調波の波長変換効率に影響が少ない。

【0040】

図4に広帯域1/4波長板16を共振光路に挿入しない場合と、挿入した場合の各波長(約532nm、約561nm、約659nm)のレーザの出力及び出力の安定性について示す。出力については共に一割以上向上し、出力の変動は周波数帯域を0~1KHzに限定して測定すると±8%以内となった。この結果からわかるように、広帯域1/4波長板16を共振光路に配置することにより、3色のレーザ光(約532nm、約561nm、約659nm)を安定させて出射することができる。

【0041】

また、熱複屈折効果の低減を図るために、各波長毎の波長板を備えて、これらの波長板を使用波長毎に入れ替え、波長板のアライメント調整を行う必要がないため、装置及びその制御を複雑にすることなく、簡単な構成で熱複屈折効果を低減することができる。

【0042】

以上の実施例では、3波長を選択、出射するものとしているが、これに限るものではなく、4波長等のさらに複数の波長を選択し、出力を安定させて出射することができる。

【0043】

また、本実施の形態では眼科に使用するレーザ光凝固装置を例に挙げ説明したが、これに限るものではなく、多波長の切り替えを行うレーザ装置であれば本発明を適用することができる。

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、簡単な構成で熱複屈折効果を低減し、複数の異なる波長のレーザ光の出力を安定させ、効率良く出射できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

レーザ装置の外観を示した図である。

【図 2】

光学系及び制御系を示した図である。

【図 3】

ミラーの挿脱装置の構成を示した図である。

【図 4】

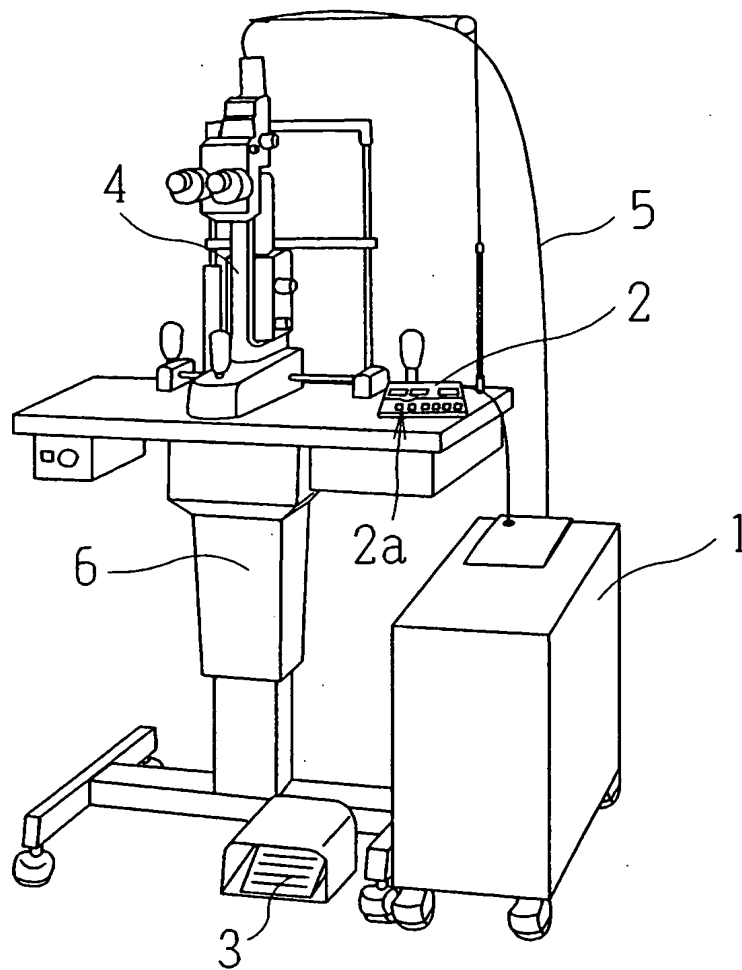
波長板によるレーザ出力及び出力の安定性の効果を示した表である。

【符号の説明】

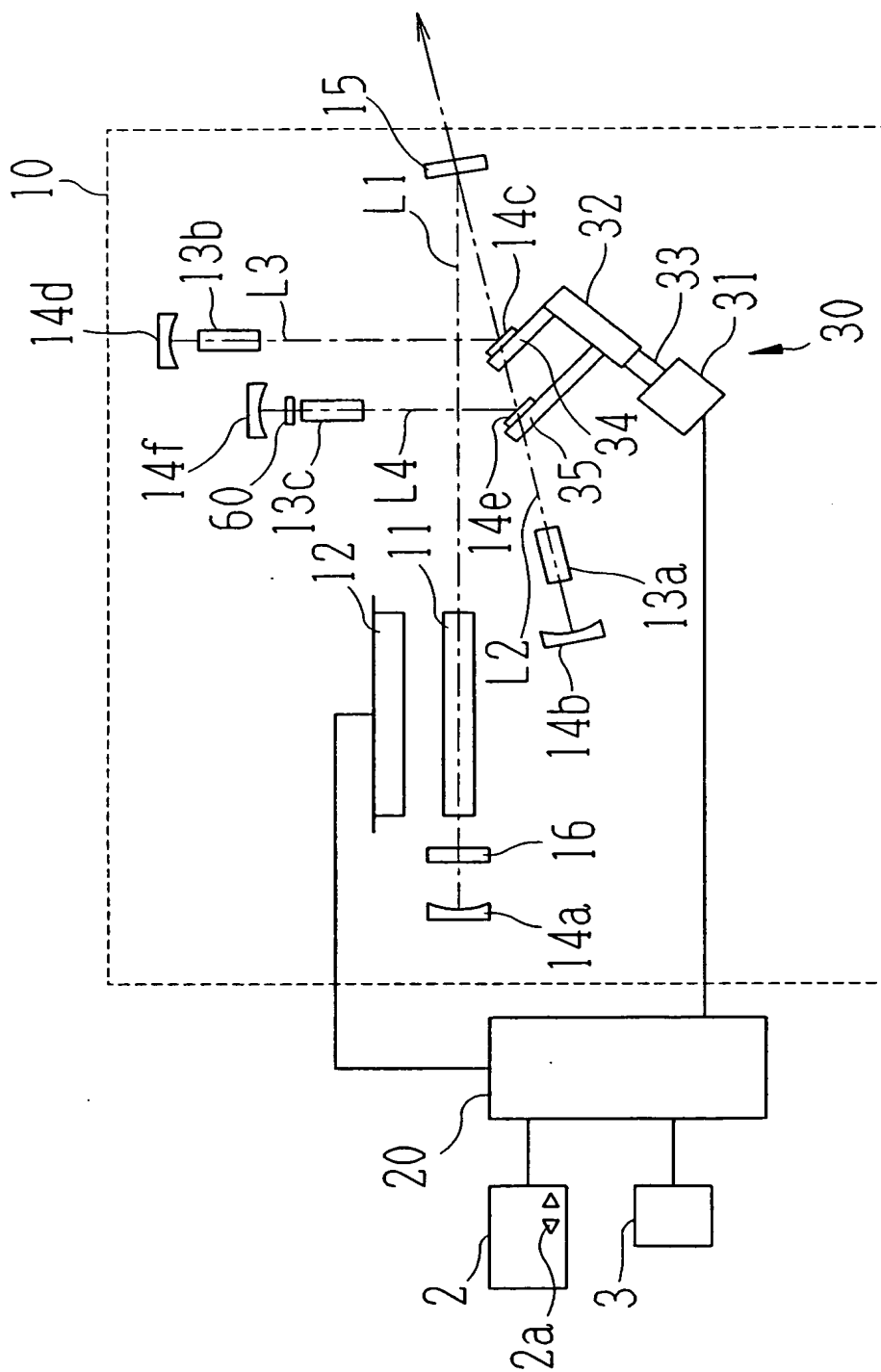
- 1 レーザ装置本体
- 10 レーザ発振器
- 11 Nd:YAG 結晶
- 12 半導体レーザ
- 13 a ~ c 非線型結晶
- 14 a ~ 14 f 全反射ミラー
- 15 出力ミラー
- 16 広帯域 1/4 波長板
- 30 挿脱装置
- 60 波長選択素子

【書類名】 図面

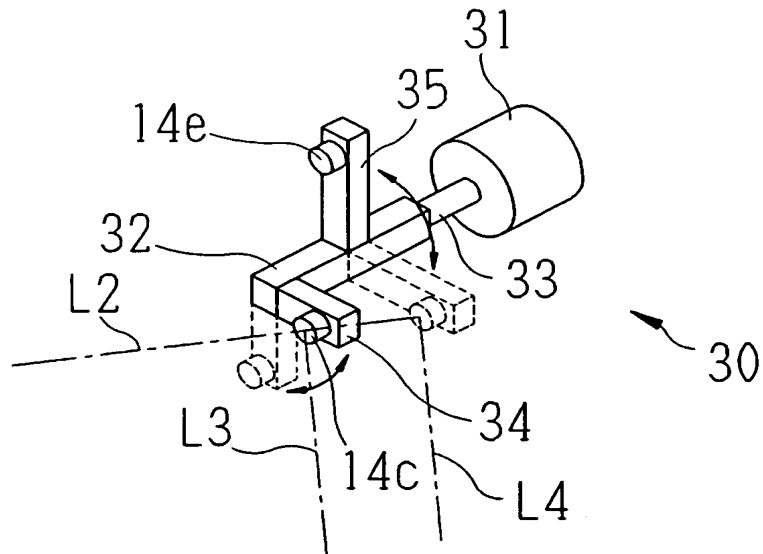
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

| 波長 (nm) | 1/4波長板なし | | 1/4波長板挿入 | |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|
| | 出力 (W) | 出力の変動 (%) | 出力 (W) | 出力の変動 (%) |
| 532 (緑) | 4.5 | ± 9 | 5.0 | ± 4 |
| 561 (黄) | 1.1 | ± 15 | 1.5 | ± 8 |
| 659 (赤) | 0.8 | ± 20 | 1.5 | ± 8 |

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で熱複屈折効果を低減し、複数の異なる波長のレーザ光の出力を安定させ、効率良く出射できるレーザ装置を提供すること。

【解決手段】 複数のピーク波長を放出可能な固体レーザ媒質を持ち、該固体レーザ媒質より放出される少なくとも 2 つのピーク波長をそれぞれ波長変換して異なる波長のレーザ光を出力する共振光学系を備え、波長変換される前記複数のピーク波長に対応して一様な位相差特性を有する広帯域の $1/4$ 波長板を前記共振光学系に備える。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 6 9 1 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 3 5 1 8 4]

| | |
|----------|-------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 7 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 愛知県蒲郡市栄町 7 番 9 号 |
| 氏 名 | 株式会社ニデック |